Escuela de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Física
Electromagnetismo
Autores: G. Seminara, R. Menchón, I. Hamad.

Régimen Estacionario

Práctica II: Electrostática en la Materia

1. *Electreto cúbico*

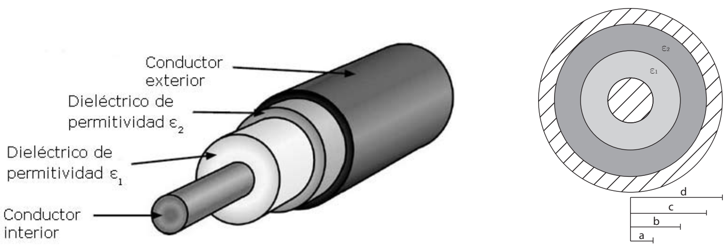
Un cubo macizo de lado L, está hecho de material dieléctrico y posee una polarización radial dada por la expresión $\bar{P} = A\bar{r}$, con A constante. Se sitúa el origen de coordenadas en el centro del cubo. Determinar todas las densidades de carga de polarización y demostrar explícitamente que la carga total de polarización es nula.

2. *Electreto esférico*

Sea una esfera maciza de radio R, centrada en el origen de coordenadas. La misma está hecha de un material que posee una polarización permanente, dada por la expresión en coordenadas cilíndricas: $\bar{P} = A(\varrho\hat{e}_\varrho - z\hat{e}_z)$. Hallar la densidad de carga de polarización (superficial y volumétrica) y el potencial eléctrico en el centro de la esfera.

3. *Cable coaxil con dos dieléctricos*

Un cable coaxial de sección transversal circular posee dos materiales dieléctricos en su interior, como muestra la figura. El conductor interior tiene radio a y está rodeado por una cubierta de dieléctrico de constante dieléctrica ε_1 y de radio exterior b. A continuación hay una cubierta dieléctrica de permitividad ε_2 y de radio exterior c. La capa conductora exterior tiene un radio interior c. Si se establece una diferencia de potencial $\Delta\varphi_0$ entre los conductores, calcular la polarización en cada punto de los medios dieléctricos.



Cable coaxil con dos dieléctricos. Corte transversal.

4. *Cáscara esférica electreto*

Una cáscara esférica de radio exterior b y radio interior a, está hecha de un material polarizado según la ley $\bar{P} = \frac{k}{r}\hat{e}_r$. Calcular:

4.a) Las densidades de carga de polarización del sistema y la carga total de polarización.

4.b) Los campos $\bar{D}$ y $\bar{E}$ en todo el espacio.

4.c) El valor del potencial eléctrico en todo el espacio.

5. *Ley de Gauss en una varilla electreto*

Una varilla de dieléctrico que tiene forma de cilindro circular recto de altura L y radio R posee una polarización remanente uniforme $\bar{P} = P_0\,\hat{e}_z$ en la dirección de su eje. Calcular el campo eléctrico $\bar{E}$ y el campo desplazamiento eléctrico $\bar{D}$ en los puntos del eje de la varilla. Discutir e interpretar el significado de la Ley de Gauss para $\bar{D}$ en este problema, siendo que no hay cargas libres.

6. *Campo entre dos electretos próximos*

Se colocan dos bloques semi-infinitos de material dieléctrico paralelamente y casi en contacto. El material posee una polarización permanente $\bar{P}$ cuya magnitud es constante en todo el material dieléctrico y su dirección forma un ángulo θ con la normal a los planos que limitan la separación. Determinar el vector campo eléctrico en la zona de separación.

7. *Esfera conductora con capa dieléctrica en campo uniforme*

Un conductor esférico macizo de radio R_1 está rodeado por una capa esférica sólida de dieléctrico, de radio externo R_2, radio interno R_1, y permitividad ε_1. Esta estructura está inmersa en un fluído de permitividad ε_2 y está sometida a un campo eléctrico uniforme $\bar{E}_0$. Determine el campo eléctrico en los dos medios dieléctricos.

8. *Botella de Leyden*

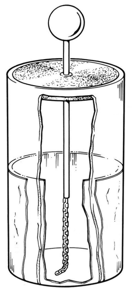
En 1745 Ewald Georg von Kleist de Pomerania Central, considerando válida la teoría del fluido eléctrico, concibió la idea de almacenar carga eléctrica dentro de una botella de vidrio. Independientemente, Pieter van Musschenbroek de Leyden, República de los Siete Países Bajos Unidos, en 1746 también realizó el experimento. Así, la botella de Leyden fue de los primeros capacitores eléctricos.

A continuación, modelizaremos a la botella de Leyden como un recipiente cilíndrico de vidrio recubierto con una fina capa de estaño en su interior y otra en su exterior. Se usa un tapón de corcho en el cual se introduce un clavo largo de forma tal que se halle en contacto con la capa interna de estaño. Para cargarla, se conecta a tierra la capa externa y se toca el extremo del clavo con un objeto a potencial $\Delta\varphi_0$.

8.a) ¿Dónde se almacenan las cargas en una botella de Leyden?

8.b) ¿En qué región del espacio se encuentra el campo eléctrico una vez cargada?

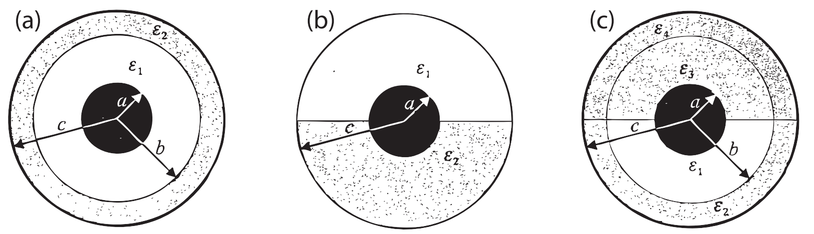
Calcular dicho campo eléctrico.



Botella de Leyden.

9. *Configuraciones de capacitores esféricos*

Para los tres casos que muestra la figura, se tienen dos superficies conductoras esféricas, de radios a y c, sometidas a una diferencia de potencial $\Delta\varphi_0$. En los casos (a) y (b), el espacio entre las cáscaras esféricas se encuentra ocupado por dos dieléctricos de permitividades ε_1 y ε_2, siendo la interfaz de separación entre ellos como se ve en la figura. Para estos dos casos, determinar cuánto vale la capacidad del condensador, formado por las dos superficies esféricas y cuál es el circuito equivalente. ¿Podría resolverse un problema con cuatro medios como el de la tercer figura?



(a) Dieléctricos concéntricos. (b) Dieléctricos cuasihemisféricos. (c) Combinación de anteriores.

10. *Dipolo puntual en esfera dieléctrica*

Se coloca un dipolo puntual $\bar{p}$ en el centro de una esfera maciza hecha de material dieléctrico, de radio a y permitividad ε. Encontrar el campo eléctrico dentro y fuera de la esfera. Sugerencia: El campo exterior es un campo dipolar. En el interior es necesario añadir otro término al campo dipolar.

11. *Cilindro dieléctrico en campo uniforme*

Un cilindro dieléctrico infinitamente largo, de radio a y constante dieléctrica K se coloca en un campo eléctrico uniforme $\bar{E}_0$. El eje del cilindro se orienta perpendicularmente a la dirección de $\bar{E}_0$. El cilindro no contiene cargas externas. Determinar el campo eléctrico en todo el espacio.

12. ***Placa dieléctrica en campo uniforme***

Una placa plana de espesor d, hecha de un material con permitividad ε_1, está limitada a ambos lados por un material de permitividad ε_2. En el medio 2 se tiene un campo eléctrico, $\bar{E}_2$, uniforme y perpendicular a las fronteras de la placa.

12.a) Calcular el campo $\bar{E}_1$.

12.b) Encontrar el vector polarización $\bar{P}_1$.

12.c) Calcular la carga total de polarización en la placa.

13. ***Campo dentro de un capacitor con dieléctrico***

Dos placas conductoras paralelas están separadas por una distancia d y se mantienen a una diferencia de potencial $\Delta\varphi_0$. Se introduce entre las placas una plancha dieléctrica de permitividad ε y espesor uniforme $t < d$. Determinar los vectores de campo $\bar{E}$ y $\bar{D}$ en el dieléctrico y también en el vacío, entre el dieléctrico y una placa. Despreciar los efectos de borde debidos al tamaño finito de las placas.

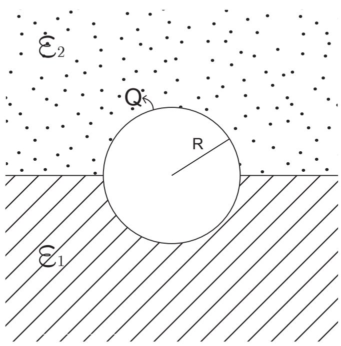
14. ***Esfera conductora flotante***

Una esfera conductora de radio R flota, sumergida hasta la mitad, en un medio dieléctrico líquido de permitividad ε_1. La región que está encima del líquido es un gas de permitividad ε_2. La carga total de la esfera es Q.

14.a) Encontrar un campo eléctrico radial proporcional a $\dfrac{1}{r^2}$, que satisfaga todas las condiciones en la frontera.

14.b) Determinar las densidades de carga libre, de polarización y total, en todos los puntos sobre la superficie de la esfera.

14.c) Formular un argumento para demostrar que este campo eléctrico es el que, de hecho, existe.



Esfera conductora flotante.